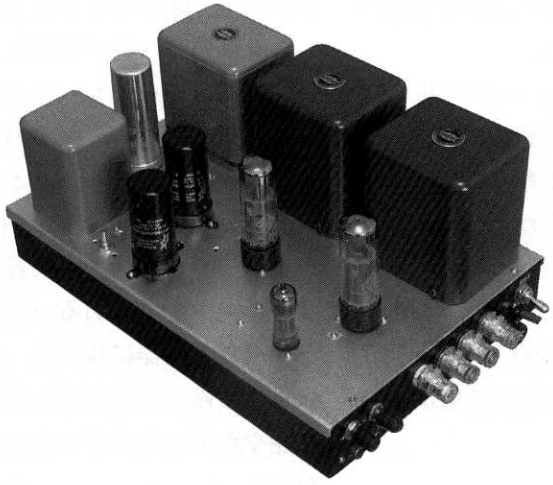
VACUUM TUBE

味わい尽くそうEL34〔II〕 高出力を狙った

EL34 3結シングルパワーアンプの設計・製作

落合 萌 OCHIAI Moyuru

（設計編）



前号のアンプでは，精度の高い歪み打ち消し動作点の選択組み合わせ手法と連動double KNFBという方法で，これまでにない雑音歪率特性を得られた．出力電力は4.5W．今回は，電力増幅管の動作のありように光を当て，さらなるパワーアップを図った．EL34のプレート電圧は440Vを供給し，30～35Vの固定バイアスで出力6～8Wを目指す．出力トランスには，『オーディオ電子部品図鑑』（MJ無線と実験編集部編）で，特性評価の高かったタムラ製作所のF-913を採用した．

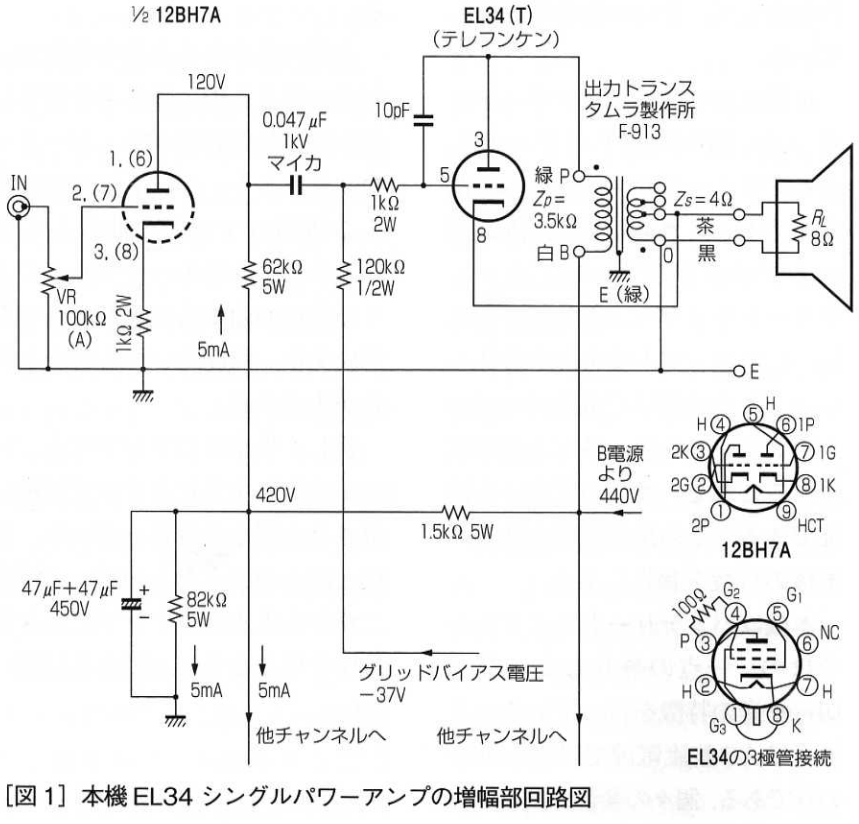
前作までにご紹介した新しい回路方式によって達成した特性，および信頼性の高さに裏付けられた安定性はそのままに，高出力を狙った，いままでにない素敵なアンプができた．今回はそのご報告である．

本方式のアンプのポイントは，従来のアンプとまったく同一に見えるシンプルな回路構成にもかかわらず，それとは一線を画す回路定数の選択および動作機序にある．

初学者には初歩的なパワーアンプに映る．電子回路を熟知した方にはとんでもない回路のアンプに見えるが，それもじっくり眺めればすでに100年近くも以前に開発された真空管アンプの黎明期の回路に遡る基本回路ブロックの組み合わせにすぎないことがご理解いただけることであろう．動作点と精密な歪みの打ち消しに基づく回路ブロックの組み合わせは，新鮮な試みである．

①歪みの打ち消しを異なるブロックで連動して行わせた「連動double KNFB」の採用がその一つである．

②さらに，従来アンプに自動的に採用されてきた，真空管とくに電力増幅管の動作のありように光を当て，これを根本から見直したことも本機の特徴である．これは，未だどなたもこのレーティングに基づくアンプを試みていない



［図1］本機EL34 シングルパワーアンプの増幅部回路図

し，これだけの結果を出しておられない，という事実がその根拠でもある．

後述のように，真空管アンプの基本的に重要な二通りの設計方法のもう一方のしくみを実現してご覧に入れたやり方で，いままでこの方法を意識して実行した方々が皆無であっただけのことにすぎない．

出力トランスを使った真空管オーディオアンプに焦点を絞ろう．設計の流れは2組のやり方に分かれる．この知的整理がついていなかったか，一方しか知らなかったか，あるいはそれを設計できなかったかのどれかであろう．

OTLを除く真空管アンプではコイルを用いて，つまり出力トランス（OPT）を利用した出力インピーダンスの変換が行われる．このOPT，製造技術は優れているはずだ．すでに過去のものとはいえ，しかし，優れた製品を見付けるのは未だになかなか難しい．だからこそ，専門誌などでOPT採用にあたってそれらの優劣・好みの判断の助けとなる特性テストが企画される．

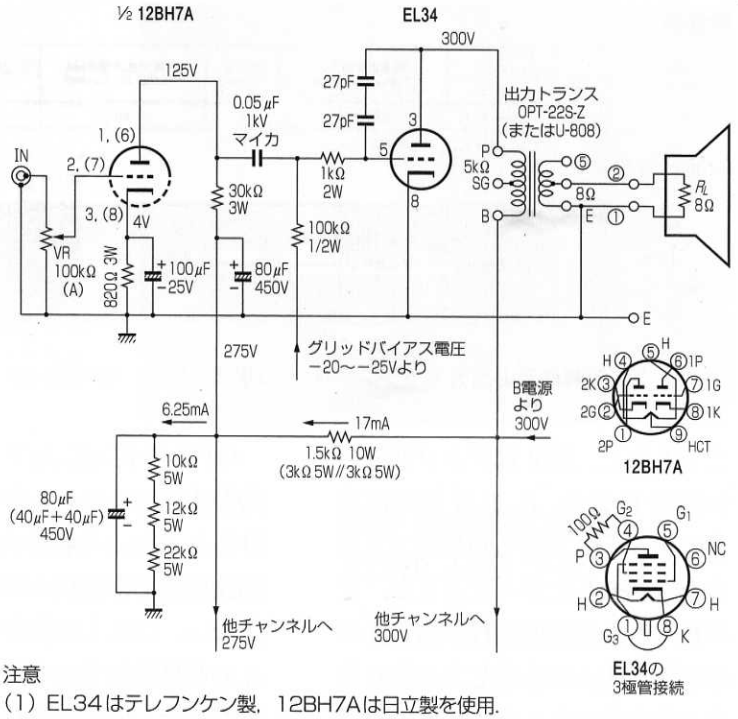
過去の事例ではOPTによって特性はもとより，まで変わるといわれてきた．高い技術力を誇ってきた国内の製造メーカーにとってすら，それほどまでに設計・製作の力量に差があらわれる部材でもあるのだろう．

③OPTの色づけされた音と特性を楽しみたいのか，でき上がったアンプの音の透明性を評価するか．アンプとOPTに何を期待するかが問題だ．しかし，もし素直な特性，それだけでは不満で物理的電気的特性が至高であるようなアンプにまとめたい場合には（本機の製作意図だ），回路設計とは別に，OPTの個性，とりわけ高域に関する癖をキャンセルできる都合のいい回路も紹介した．大いに利用していただきたい．

このシリーズで，筆者が使うまで利用されなかったのが不思議だ．回路を工夫すればよい．個性が好みならば補機の助けを借りずに，そのままにすればよいだけのシンプルなそれだ．

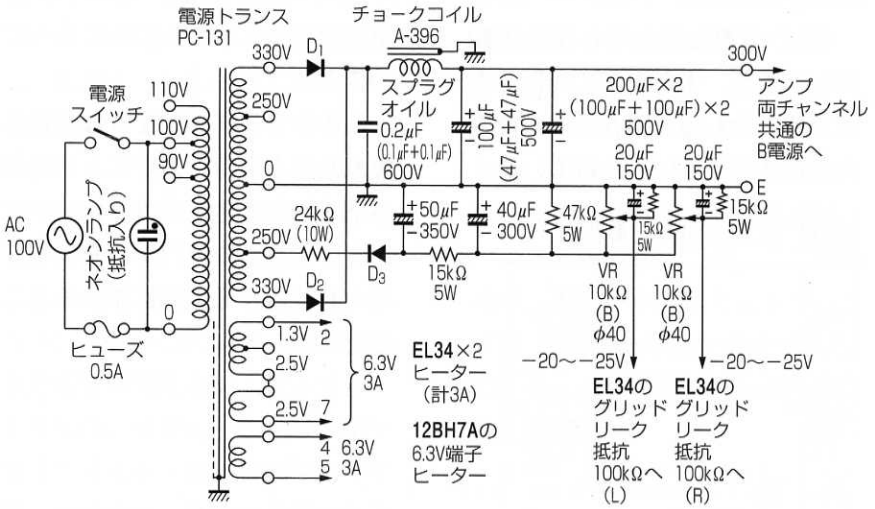
図1が本機のアンプ部分の回路だ．

連動doubleK NFBを採用している．オーバーオールのNFBは利用しない．2014年の8，9月号および11，12月号においても採用しなかった．その理由はその都度，直截あるいは間接的に述べ



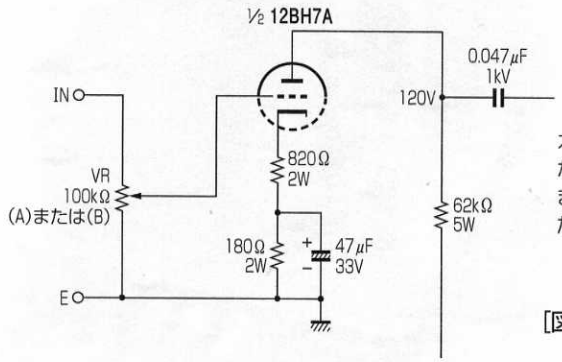
注意
(1) EL34はテレフンケン製，12BH7Aは日立製を使用．
(2) アルミ電解コンデンサーはニチコン製．
(3) 27pFは，双信電機のディップドマイカ型．

[図2-a] EL34シングルパワーアンプの増幅部回路図



注意
(1) D_1，D_2，D_3は逆耐圧1000Vは必要だ．ロームのシリコンカーバイドダイオードでも良い．
(2) チョークインプットに近い動作だが，整流出力端の平滑コンデンサーは2μF（1μF+1μF）/500〜600Vのオイルコンデンサーをお勧めする．

[図2-b] EL34シングルパワーアンプの電源部回路図



カソードNFBを緩めて，わずかにゲインを高くしてある．ま，おまじないのようなものだ．

［図5］ゲイン調整用回路

真空管の歴史は長い．導出に関する論文もある．一般公式も導ける．当然，理解するためのバックグラウンドとしてのちょっとした知識も要求される．翻訳だけでは済まない．説明も必要だろう．本誌にはふさわしくあるまいと判断した．ここは，ご不満だろうが，本稿のために導出，測定したデータを使うことでお許しいただきたい．

3極管接続では，スクリーングリッド電流による電力損失が許容値をオーバーしている恐れがある．もしそうなら，それを知らずにオペレーションを続ければ，当然のこと，本来与えられているはずの電力管の高い信頼性は損なわれ，動作も安定性を欠き，寿命も短くなる．用心深い設計が要求される．

本機では，RチャンネルのI_{sg}がI_{sg}=8.4mA，LチャンネルのI_{sg}はI_{sg}=8.8mAである．スクリーングリッド損失は<3Wだ．

これを確かめておけば，データブックによれば，**EL34**の最大プレート損失は25W，最大スクリーングリッド損失が8Wだから，用心しつつも，とりあえず安心してよい．

この値は5極管として使われた場合と異ならないどころか，はるかに軽いことがわかった．最大定格としての電力損失は無信号時25W．3極管接続でも，この値は意味を持つことが確認できた．

アンプのオリジナル設計なんて，この程度の試算の連続だ．

もう1点，②**EL34**への供給電源電圧の限界値である．プレート電圧800V．プレート電源電圧2000Vが公表データだが，たとえ電力損で許容できても，信号を入力してまともに使える数値でない．計画しても，ドライバーの設計が現実離れしているからだ．

とにかく，普段使いのシステムは安全が第一．

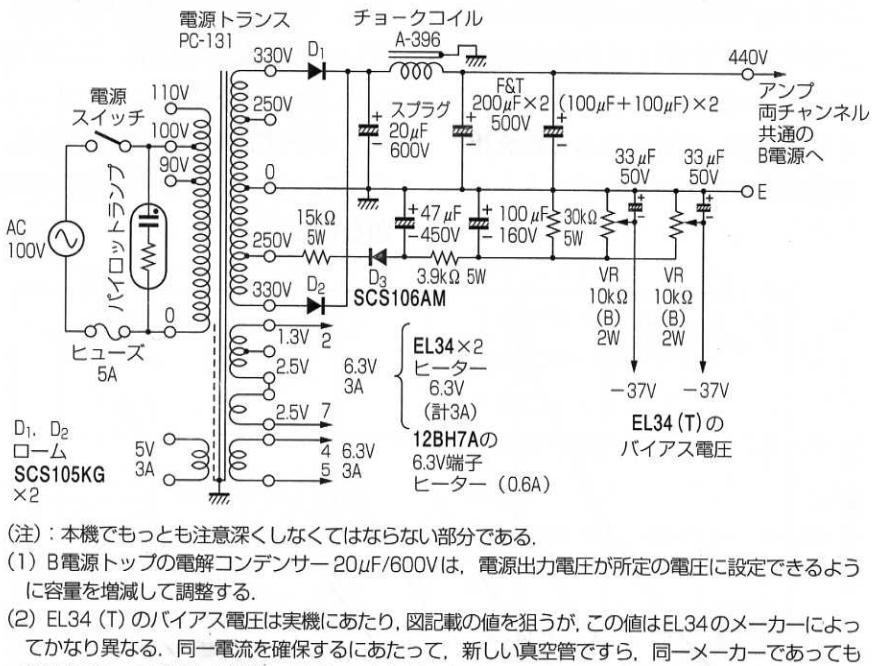
連動 doubleK NFBの採用

呼び名がないといちいち説明が必要なので，名前を付けた．

2段に「渡る」精密な歪みの打ち消し効果を生かすためのKNFBである．ゲインは低くなるが，歪みのさらなる低減には有効な方式だ．とくに，最大出力電力時の歪みのキャンセルに有効である．結果的に最大定格出力電力の増加と等価な役割を発揮する．

試算と実機の測定によると「2次側」負荷8Ωで出力電力5Wとして，入力感度は約3V_{rms}である．感度は低いが，ラインコントロールアンプを通す，いまのCD，DVDソフトにはうってつけの規格でもある．

問題は，初段アンプのカソード抵抗1kΩの効きだ．もし感度を上げたければ，カソード抵抗を分割して調整をすればよかろう（**図5**）．本機では**図1**のままだ．



(注)：本機でもっとも注意深くしなくてはならない部分である．

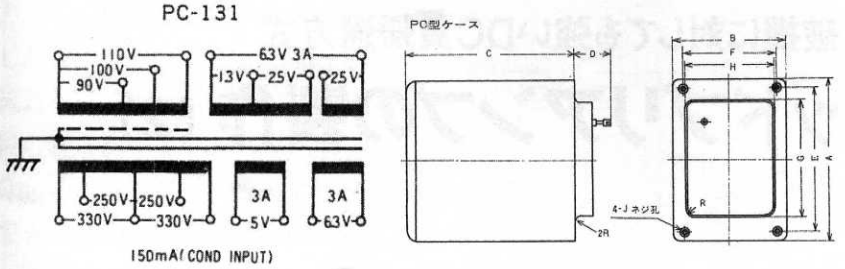
(1) B電源トップの電解コンデンサー20μF/600Vは，電源出力電圧が所定の電圧に設定できるように容量を増減して調整する．

(2) EL34 (T)のバイアス電圧は実機にあたり，図記載の値を狙うが，この値はEL34のメーカーによってかなり異なる．同一電流を確保するにあたって，新しい真空管ですら，同一メーカーであっても製造年によって驚くほど異なっていた．さらに，同一ロットでさえ違いが生ずる．

重　要：動作特性からいっても，非飽和出力特性を持つ3極管の動作はバイアス過敏性を持つ．よほど注意深く製作・調整をする必要がある（設計ではないことに注目）．とりわけ，5極管の3極管接続は真空管のバラツキが大きいのかもしれない．引き続き観察しよう．

これが固定バイアスが退けられる要因の一つかもしれない．しかし，いったん，ぴたりと調整が行われれば，寿命までしっかり働いてくれる．そういった意味での安定性，信頼性は高い．これこそハンドメイドの優位性の一つかもしれない．

［図6］本機の電源回路



PC-131 のケース型は，PC_1.

ケース型	A±2	B±2	C±3	D MAX	E±0.5	F±0.5	G±2	H±2	Jネジ孔	R
PC_1	102	78	106	31	86	64	78	64	M4	10
PC_2	110	82	111	36	95	67	88	64	M4	10
PC_3	137	90	136	39	120	72	112	70	M5	11

［図 7-a］タムラ製作所の電源トランス PC-131 の主な規格（データシートより）

A -396			
試験電圧	A.C	50	V
試験周波数		50	c/s
重畳直流		200	mA
インダクタンス		5.7	H
直流抵抗		65.0	Ω
絶縁耐力	捲線間 ケース間	50c/s 1k V 1	分間異状ナシ
	層間	c/s V	分間異状ナシ
絶縁抵抗	D.C 500V	各捲線間 捲線ケース間	100MΩ以上

［図 7-b］タムラ製作所のチョークコイル A-396 の規格（データシートより）

再生出力帯域幅のコントロール

図 1 には，よけいな補機がついている．すでに 8，9 月号および 11，12 月号で提案した工夫だが，それまで，真空管アンプにはいままでに使われた例を知らない帯域コントローラーだ．使って便利なそれだ．ただしこの工夫，なかなか奥は深く，数値の決定は耳で聴いて定めるにはいささか大胆にすぎるかもしれない．きちんと計算で決めるのが安全だ．

電源回路の設計

別な表現をするならアース回路の作りだ．講演試聴を依頼される，ほんのちっちゃな集まりの先々で，電源がしっかり作られていますね，と感想を聞かされる．ま，翻訳すれば「アンバランスな電源を備えていますね」ということだろう．しかし，電源がでかければ音がよい，などと早合点しないでいただきたい．主役はアンプだ．過剰品質にならぬことだ（そのためには，誠文堂新光社刊『オーディオアンプの設計・解析』（第 8 章 p.303 ～を参照．品切れ中））．

製作過程でのアースの配線方法，たとえばベタアースか，ワンポイントアースかなどの基準は繰り返し書き連ねられている．大切な事柄なのだろう．ものの選択でこそないが，ここでも適材適所の思想は通用する．しかし，ここではそのような議論はしない．

いつもの主張で，キャッチフレーズは，「しっかり作ろうアースシステム」だ．

キーデバイスはパワートランス，平滑コンデンサー，チョークコイル，そして整流器だろう．

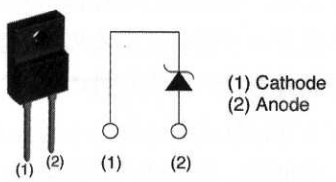
パワートランスは，いまどき，真空管アンプに適した規格のそれらは，トランス店に出向けば容易に入手できるはずだ．昔々，10 代から 20 代にかけて筆者は真空管一筋でした．そのためもあり電子部材はしっかりため込むことになってしまいました．そこから引っ張り出して，タムラ製作所の PC-131 を使うことにしました．**図 1** のアンプに適合すれば，国産品の選択の自由度は高い．

図 6 が本機の電源だ．**図 2** でおわかりのように，本アンプは固定バイアスを採用する．そのための専用タップが必要だが，PC-131 にはない（**図 7**）．前作同様，B 電源用 250V タップを使う．バイアス電圧の値が 30 ～ 35V 前後のため 250V との落差をうめるのが紙の上ではやりにくい．実機に当たって微調整をさせられた．

ダイオードはロームの **SCS105KG**×2 と **SCS106AM** を使用した．後者はバイアス電圧用だ．スペックは**表 2** を見ていただきたい．カソード，アノードを取り違えないようにする．

次号で詳述するが，高耐圧の電解コンデンサーには苦慮した．回路図に対応する規格の品が手に入るとはかぎらない．工夫のやり方はいろいろあるが，オーディオ専科，若松通商，海神無線などでそれぞれのメーカーの製品が入手できる．次で詳述する．次号では，製作・調整について解説する．

［表 2］ローム SCS106AM の規格（データシートより）

特徴：・リカバリー時間が短い．
・高速スイッチングが可能．
・特性の温度依存性が少ない．

尖頭逆方向電圧〔V〕	600
順方向電流 I_F〔A〕	6
電力損失 P_D〔W〕	25
ジャンクション温度（Max.）〔℃〕	150
保存温度範囲（Min.）〔℃〕	−55
保存温度範囲（Max.）〔℃〕	150